تكنولوجيا

نوافذ ذكية تنظّم نقل الضوء والحرارة



تعتمد النوافذ الذكية على جسيمات نانوية دقيقة تتلاعب بالضوء والحرارة من خلال عمليات التبعثر والامتصاص (أدوبي)

لندن: نسيم رمضان

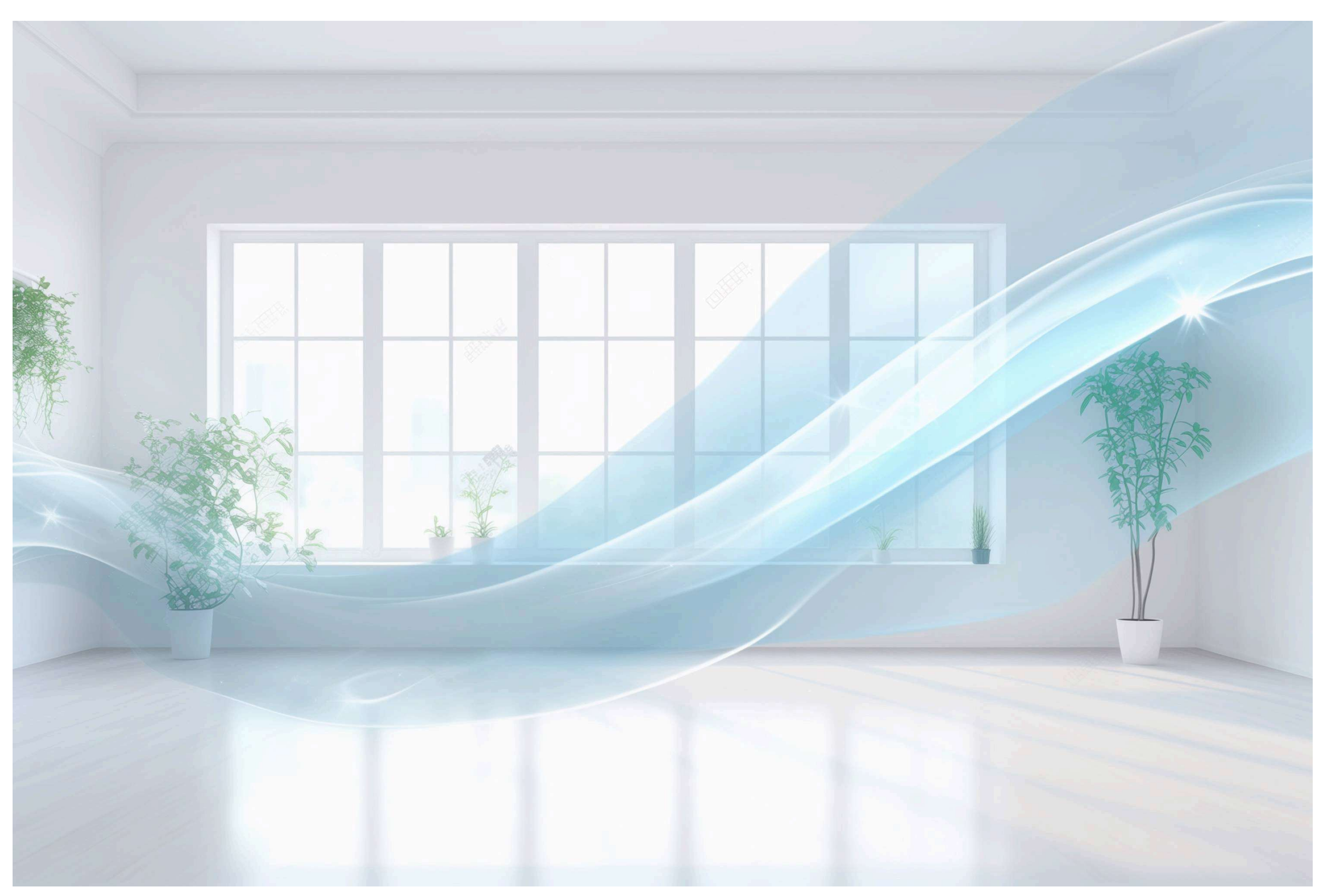
نُشر: 11:00-16 يناير 2025 م . 16 رَجب 1446 هـ

تؤدي الحاجة لتحسين كفاءة الطاقة إلى تحفيز الابتكارات عبر مختلف الصناعات، وتُعد النوافذ الذكية من أبرز هذه الحلول الواعدة التي ظهرت في السنوات الأخيرة في هذا المجال. يتم تصميم هذه النوافذ الذكية لتنظيم نقل الضوء والحرارة، ما يُمكن من تحسين إدارة الطاقة في المباني والمركبات وغيرها. تناولت دراسة رائدة نُشرت في مجلة «Journal of Photonics for Energy» نهجاً جديداً للنوافذ الذكية

من خلال دمج الجسيمات الدقيقة النانوية في سائل، مما أدى إلى إنشاء أسطح متكيفة وفعّالة من حيث استهلاك الطاقة. لا يعمل هذا التصميم المبتكر على تقليل استهلاك الطاقة فحسب، بل يُحسن أيضاً من الراحة والاستدامة في مختلف التطبيقات.

معالجة قيود النوافذ التقليدية

تهدف النوافذ الذكية إلى معالجة مشكلة شائعة تتمثل في أن الزجاج التقليدي يسمح بدخول الضوء الطبيعي لتفتيح المساحات، ولكنه غالباً ما يتيح نقل الحرارة غير المرغوب فيها أو فقدان الدفء خلال المواسم الباردة. تُقدم الدراسة تقنية ديناميكية جديدة تُعدل من شفافية وخصائص النوافذ الحرارية في الوقت الفعلي. من خلال دمج الجسيمات الدقيقة النانوية في وسط سائل، يمكن لهذه النوافذ تنظيم كمية الضوء والحرارة التي تمر عبرها بناءً على الظروف البيئية، مما يوفر حلاً أكثر كفاءة في استخدام الطاقة.



تطبيقات هذه النوافذ الذكية تشمل المباني والمركبات والبيوت الزجاجية لتحسين الكفاءة والإنتاجية (أدوبي)

كيف تعمل التقنية؟

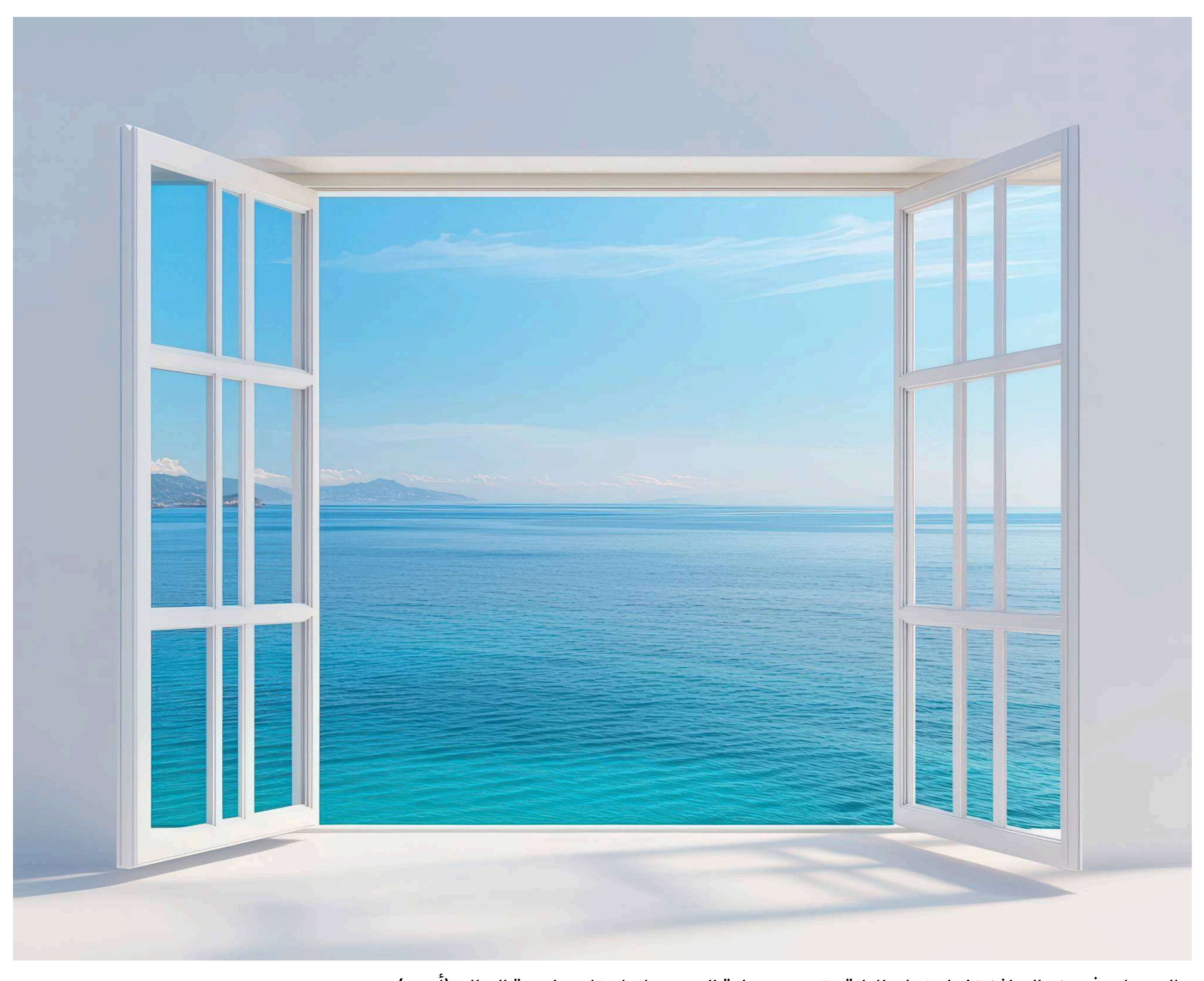
تعتمد التقنية وراء هذه النوافذ الذكية على الخصائص الفريدة للجسيمات الدقيقة النانوية. تم تصميم هذه الجسيمات بمسام مجهرية تمكنها من التلاعب بالضوء والحرارة من خلال عمليات التبعثر والامتصاص. عندما تزداد شدة ضوء الشمس، تقوم الجسيمات بتبعثر المزيد من الضوء، مما يقلل من الشفافية ويمنع دخول الحرارة الزائدة إلى المبنى. في الأيام الباردة، تسمح الجسيمات بمرور المزيد من الضوء والدفء، مما يحافظ على بيئة داخلية مريحة. يساعد الوسط السائل الذي تُعلق فيه الجسيمات على تنظيم الخصائص الحرارية، مما يجعل النافذة قابلة للتكيف مع الظروف المتغيرة.

توفر هذه الوظيفة الديناميكية فائدة كبيرة في تقليل الاعتماد على أنظمة التدفئة والتبريد والإضاءة الاصطناعية. من خلال التكيف التلقائي مع الظروف الخارجية، تقدم النوافذ الذكية وفورات كبيرة في الطاقة مع الحفاظ على مستوى الراحة المطلوب.

تطبيقات عبر الصناعات

تمتد إمكانيات النوافذ الذكية عبر العديد من القطاعات. ففي المباني، يمكنها تحسين الإضاءة الطبيعية ودرجة الحرارة، مما يقلل بشكل كبير من استهلاك الطاقة والتكاليف. وفي المركبات، يمكن أن تقلل من الوهج والحرارة، مما يُحسن من راحة الركاب مع تقليل الحاجة إلى التكييف. كما يمكن أن تستخدم البيوت الزجاجية هذه التقنية لخلق بيئات مضبوطة لنمو النباتات، مما يُعزز الإنتاجية الزراعية.

تتميز الدراسة بالجمع بين التكلفة المعقولة والوظائف المتقدمة. على عكس الأساليب السابقة التي تعتمد على الطلاءات أو الأفلام الثابتة، توفر هذه التقنية تحكماً ديناميكياً يتكيف في الوقت الفعلي. كما تم تصميم المواد المستخدمة وعملية التصنيع لتكون قابلة للتوسع، ما يجعل التقنية أكثر إمكانية للتطبيق على نطاق واسع. يُعزز دمج السائل والجسيمات النانوية أيضاً من متانة النوافذ، مما يضمن أداءً ثابتاً على مر الزمن.



التحديات في هذه النوافذ تشمل ضمان المتانة وتوسيع عملية التصنيع لتطبيقات واسعة النطاق (أدوبي)

التحديات والتطوير المستقبلي

رغم الوعد الكبير الذي تحمله هذه التقنية، تظل هناك تحديات أمام تطبيقها على نطاق واسع. يحتاج الباحثون إلى معالجة قضايا المتانة لضمان الحفاظ على خصائص السائل والجسيمات تحت التعرض الطويل لأشعة الشمس وتقلبات درجات الحرارة. كما أن توسيع عملية التصنيع لتطبيقات واسعة النطاق وضمان توافق النوافذ الذكية مع التصاميم المعمارية الحالية تُعد خطوات حاسمة في تنفيذها.

تمثل المباني جزءاً كبيراً من استهلاك الطاقة العالمي، حيث تُعد التدفئة والتبريد والإضاءة من بين أبرز المساهمين. تُوفر النوافذ الذكية حلاً عملياً لتقليل هذا الاستهلاك دون التضحية بالراحة أو الجماليات. من خلال تقليل استخدام الطاقة وخفض البصمة الكربونية، تتماشى هذه النوافذ مع الأهداف العالمية للاستدامة وتمهد الطريق لبيئات حضرية أكثر خضرة.

أهمية النوافذ الذكية

تُظهر الدراسة فاعلية دمج الجسيمات الدقيقة النانوية في سائل لإنشاء نوافذ ذكية تتكيف ديناميكياً مع التغيرات البيئية. لا تعزز هذه التقنية من كفاءة الطاقة فحسب، بل تفتح أيضاً أبواباً لمجموعة من الإمكانيات المستقبلية. على سبيل المثال، يمكن أن تؤدي التقنية في المستقبل إلى أسطح ذاتية التنظيف أو شاشات عرض معززة للواقع أو حتى نوافذ تولد الطاقة الشمسية.

وتُبرز التطورات التي تم تسليط الضوء عليها في هذا البحث كيف يمكن للعلوم والابتكار أن تتكاتف لمعالجة التحديات العالمية الملحة. من خلال إعادة تصور كيفية تفاعل النوافذ مع الضوء والحرارة، تُقدم هذه النوافذ الذكية لمحة عن مستقبل مستدام حيث تتعايش كفاءة الطاقة والراحة بسلاسة. فمع المزيد من التطوير والتحسين، يمكن أن تصبح هذه التقنية ميزة قياسية في الجيل القادم من التصاميم الموفرة للطاقة.

مواضيع حرارة الأرض | درجات الحرارة | تغير المناخ | تقنيات جديدة | تقنية | تكنولوجيا
